



ESTÁTICA

Autor:

Maurício Ruv Lemes

(Doutor em Ciência pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA)
(Professor IDESA desde 1989)

1 – INTRODUÇÃO

A Estática é a parte da Física que estuda corpos em equilíbrio, como por exemplo: pontes, edifícios, torres, etc. Para tal estudo teremos que nos preocupar com as condições que garantem, por exemplo, que uma ponte não se mantenha estática mesmo que tenha que suportar inúmeros carros que a atravessam. Qual é a “mágica” dessas estruturas que se mantém num equilíbrio fantástico. Por isso mesmo que começamos a desvendar o mundo maravilhoso da Estática. Dividiremos esse assunto em três seções: (a) Para um corpo permanecer em equilíbrio estático ele não pode transladar – Resultante das Forças nula; (b) o corpo também não pode rotacionar – Soma dos momentos deve ser nula; (c) como essas condições são aplicadas na prática.

2 – FORÇAS SOBRE UM CORPO EM EQUILÍBRIO

Se observarmos o prédio da CTI em Taubaté, notamos que ele está em equilíbrio estático, ou seja, está parado em relação ao solo. Do ponto de vista Físico o que garante isto? Quais são as Forças que agem sobre o prédio?

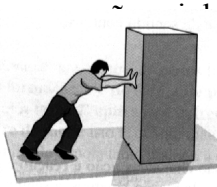
Ao fazermos uma análise superficial existem as seguintes forças: Peso (a massa da estrutura sofrendo ação da gravidade); Normal (reação que o chão realiza sobre a estrutura do prédio).

Para esse corpo estar em equilíbrio, com certeza, as duas forças devem ser iguais. Já que se uma fosse maior que a outra o prédio estaria subindo ou afundando. Evidentemente que esta é uma análise superficial.



Vamos analisar uma segunda situação e então tira uma conclusão substancial dos dois casos.

Supondo agora um homem empurrando uma caixa. Por que a caixa não sai do lugar? Quais as forças que atuam neste momento contribuindo para que a caixa não se mova? A solução deve ser que a Força que o homem faz para empurrar a caixa é igual à Força de Atrito entre a caixa e o chão.

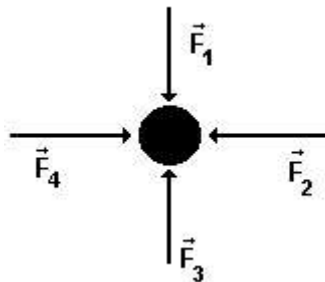


Após observarmos as duas situações notamos que existem algo em comum entre elas. Na primeira a força para cima (Normal) deve ser igual a força para baixo (Peso) e na segunda a força para esquerda (Atrito) deve ser igual a força para a direita (Empurrão do homem). Lembrando o fato de Força ser grandeza vetorial, podemos dizer que para garantir que um corpo não translate a soma vetorial das forças deve ser nula.

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

Vejamos alguns casos de Forças aplicadas, primeiramente, em pontos materiais.

(a) Um ponto material com quatro forças sobre ele:



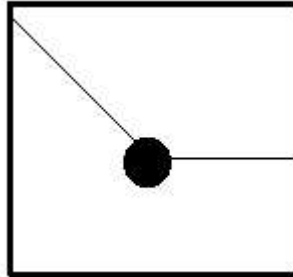
Aplicando que a soma das Forças na horizontal e na vertical devem ser nulas temos que:

$$F_1 = F_3 \text{ e } F_4 = F_2,$$

ou ainda:

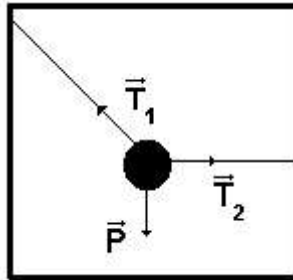
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_3 = \vec{0} \quad \text{e} \quad \vec{F}_2 + \vec{F}_4 = \vec{0}$$

(b) um ponto material preso por dois cabos:



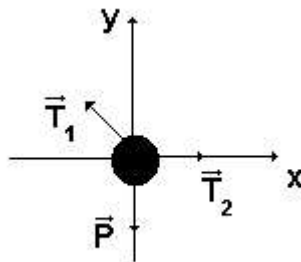
Temos uma esfera equilibrada por dois fios, sabemos que a esfera está parada. Como resolver este problema?

1> Analisar as forças que agem sobre a esfera.



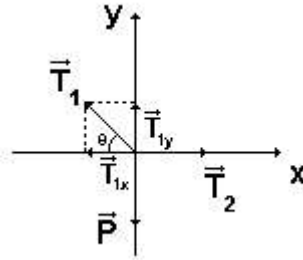
Temos a força Peso e duas Trações, uma em cada cabo.

2> Impor as condições de Equilíbrio: $\sum \vec{F} = \vec{0}$ (no eixo x e y)



Temos um problema, a Tração T_1 não está sobre o eixo.

3> No caso de Forças fora do eixo devemos decompô-las sobre os eixos:



4> Proceder como se não existisse T_1 :

Logo: para o eixo x $T_{1x} = T_2$;

Para o eixo y $T_{1y} = P$.

Lembrando que T_{1x} e T_{1y} fazem parte de um triângulo retângulo cuja hipotenusa é T_1 , portanto:

$$T_{1x} = T_1 \cdot \cos \theta \quad \text{e} \quad T_{1y} = T_1 \cdot \sin \theta$$

Finalmente podemos escrever que:

$$T_1 \cdot \cos \theta = T_2 \quad \text{para o eixo x;}$$

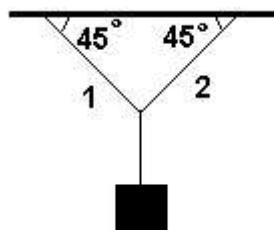
$$T_1 \cdot \sin \theta = P \quad \text{para o eixo y;}$$

5> Existem outros métodos para resolver este tipo de problema como, por exemplo, encontrar um triângulo e aplicar a lei dos senos. O seu professor irá lhe mostrar.

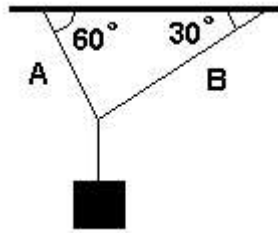
A seguir resolveremos uma lista de exercícios que irão nos ajudar a entender melhor o assunto.

EXERCÍCIOS

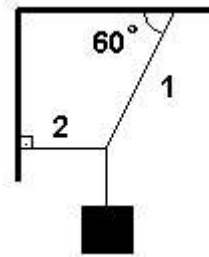
1> Determine as trações nas cordas 1 e 2 da figura abaixo (Dado peso do bloco 600 N):



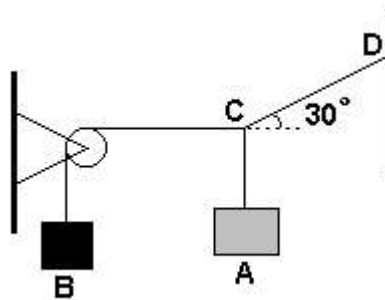
2> Determine as trações nas cordas A e B da figura abaixo (Dado peso do bloco 200 N):



3> Determine as trações nas cordas 1 e 2 da figura abaixo (Dado peso do bloco 400 N):



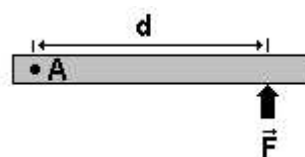
4> No esquema em equilíbrio determine o peso de B e a tração no fio CD (Dado peso do bloco A 100 N):



3 – MOMENTO NUM CORPO EM EQUILÍBRIO

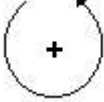

No caso de ponto material, basta garantir que o corpo não translade, estará garantido que o corpo estará em equilíbrio. No caso de uma barra ou uma ponte (corpos extensos) teremos que garantir que o corpo não rotacione também. A grandeza física que relaciona força e rotação num ponto é chamada de momento ou torque. Discutiremos seu cálculo e aplicação nos próximos parágrafos.

Definimos Momento (M) em relação a um referencial, no caso ponto A, o produto da força aplicada a um corpo pela distância desta força até o ponto de referência.



$$M_A = \pm F \cdot d$$

Momento é uma grandeza escalar, como tal, pode ser positiva ou negativa. O sinal segue a seguinte convenção:

<p>Caso a Força aplicada fornece uma rotação em relação ao ponto de referência no sentido anti-horário, teremos momento positivo:</p> 	<p>Caso a Força aplicada fornece uma rotação em relação ao ponto de referência no sentido horário, teremos momento negativo:</p> 
---	--

UNIDADE NO SI:

F → Força ⇒ Newton (N)
 d → distância ⇒ metro (m)
 M → momento ⇒ Newton x metro (N.m)

IMPORTANTE:

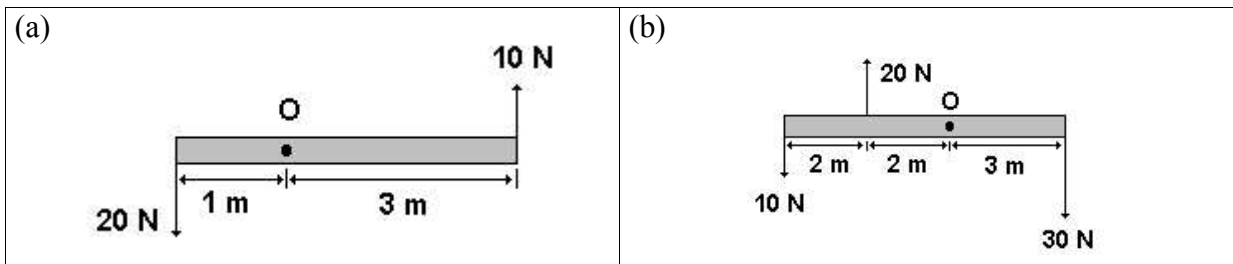
Corpo Rígido é aquele em que as posições de suas partículas (macroscópicas) não se alteram em relação a um referencial fixado no próprio corpo.

Para garantirmos que um corpo permanece em equilíbrio estático teremos que impor a condição que não permita rotação de nenhuma força aplicada, ou seja:

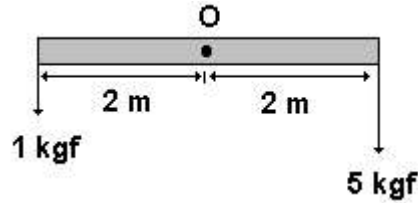
$$\sum M_A = 0$$

EXERCÍCIOS

5> Calcule o momento resultante em relação ao ponto O, em cada um dos itens abaixo:



(c)



6> Uma barra (20 m) de massa 200 kg é apoiada nas suas extremidades por suportes A e B. Uma pessoa começa a andar pela barra. Sabendo que a pessoa possui massa de 55 kg, determine as forças nos suportes A e B para manter a barra em equilíbrio nas seguintes situações:

- (a) a pessoa está na extremidade A;
- (b) a pessoa está na extremidade B;
- (c) a pessoa está no centro da barra;
- (d) a pessoa está a 5 m de uma das extremidades.

**EXERCÍCIOS
COMPLEMENTARES**

(UECE) 7> Duas forças concorrentes, ortogonais, de módulos 6 N e 8 N, respectivamente, admitem resultante de intensidade:

- (a) 14 N;
- (b) 10 N;
- (c) 7 N;
- (d) 2 N;
- (e) NRA.

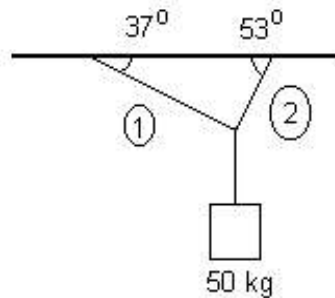
(UFSC) 8> É dado o sistema em equilíbrio, e:

$\text{sen } 37^\circ = 0,60 = \cos 53^\circ$

$\text{sen } 53^\circ = 0,80 = \cos 37^\circ$

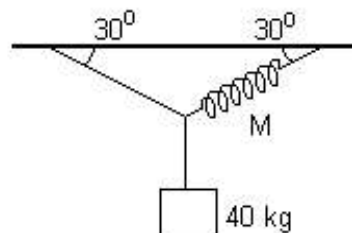
Sabendo-se que a tração na corda 1 é de 300 N, a tração na corda 2 é:

- (a) 500 kg;
- (b) 400 N;
- (c) 4 000 N;
- (d) 400 J;
- (e) 4 N.



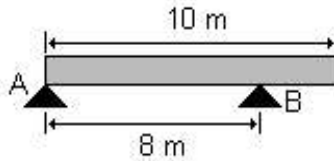
(Mack-SP) 9> Na situação abaixo, os fios e a mola M são ideais. O corpo suspenso está em equilíbrio e a mola está deformada de 10 cm. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$. A constante elástica da mola M é de:

- (a) $4 \times 10^{-2} \text{ N/m}$
- (b) $4 \times 10^{-1} \text{ N/m}$
- (c) $4 \times 10 \text{ N/m}$
- (d) $4 \times 10^2 \text{ N/m}$
- (e) $4 \times 10^3 \text{ N/m}$



(PUC-PR) 10> A barra homogênea e uniforme mostrada abaixo tem peso igual a 2000 N está em equilíbrio sobre dois apoios. A Força de reação no apoio B vale:

- (a) 2000 N; (b) 1000 N; (c) 1500 N; (d) 1250 N; (e) 2250 N.



(UFRGS-RS) 11> Uma barra homogênea de Peso P e comprimento 4,0 m é articulada no ponto O , conforme a figura. Para se manter a barra em equilíbrio, é necessário exercer uma força $F = 80$ N na extremidade livre. O peso da barra, em N, será:

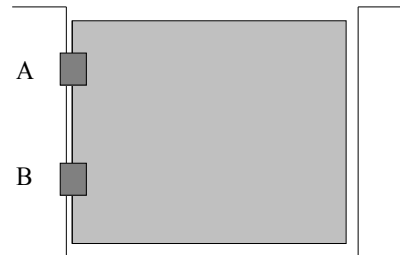
- (a) 20; (b) 40; (c) 60; (d) 100; (e) 160.



(Fuvest-SP) 12> Duas pessoas carregam um bloco de concreto que pesa 900 N, suspenso a uma barra AB de peso desprezível, de 1,5 m de comprimento, cujas extremidades apóiam-se nos respectivos ombros. O bloco está a 0,5 m da extremidade A. A força aplicada pela extremidade B ao ombro do carregador será de:

- (a) 1800 N; (b) 900 N; (c) 600 N; (d) 450 N; (e) 300 N.

Enem 98 - 13> Um portão está fixo em um muro por duas dobradiças A e B, conforme mostra a figura, sendo P o peso do portão.



Caso um garoto se dependure no portão pela extremidade livre, e supondo que as reações máximas suportadas pelas dobradiças sejam iguais,

- (A) é mais provável que a dobradiça A arrebente primeiro que a B.
 (B) é mais provável que a dobradiça B arrebente primeiro que a A.
 (C) seguramente as dobradiças A e B arrebentarão simultaneamente.
 (D) nenhuma delas sofrerá qualquer esforço.
 (E) o portão quebraria ao meio, ou nada sofreria.